FORSTARCHIV

ZEITSCHRIFT FÜR WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN FORTSCHRITT IN DER FORSTWIRTSCHAFT

Unter Mitwirkung von

Professor Dr. Albert-Eberswalde; Forstmeister i. R. Dr. h. c. Erdmann-Neubruchhausen; Professor Dr. R. Falck-Hann.-Münden; Dr. A. Krauße-Eberswalde; Privatdozent Dr. J. Liese-Eberswalde; Professor Dr. L. Rhumbler-Hann.-Münden; Forstmeister Dr. K. Rubner-Grafrath bei München; Professor Dr. H. W. Weber-Gießen; Professor Dr. E. Wiedemann-Tharandt; Professor Dr. M. Wolff-Eberswalde und namhaften anderen Fachmännern

herausgegeben von

Oberförster Prof. Dr. H. H. Hilf-Eberswalde und Prof. J. Oelkers-Hann.-Münden.

Verlag von M. & H. Schaper-Hannover.

Bezugs- und Verkehrsbedingungen auf der zweiten Umschlagseite

3. Jahrgang | **1. Mai 1927** | Heft 9

Übersichten und Abhandlungen.

Wasserbilanz des Bestandes.

Von J. Oelkers-Hann.-Münden.

Arider und humider Standort. — Wasserversorgung des Bestandes. — Wasseraufnahme. — Wasserleitung und Verdunstung. — Folgerungen.

I. Arider und humider Standort.

1. Zur zahlenmäßigen Erfassung dieser Begriffe diene die Definition Ramanns (Bodenkunde 3. A. 1911, 523): „Humide ist ein Gebiet, in dem die Niederschläge die Verdunstung übertreffen; aride, wenn mehr verdunsten kann, als durch Niederschlag zugeführt wird".

Für den Waldbau interessiert die Feststellung des Begriffs „Arider und humider Standort" in erster Linie für die Vegetationszeit (VZ) = 1. V. bis 30. IX. = 153 Tage. Als Grundlagen benutze ich: Schubert, Verdunstungsmessungen usw., Forstarchiv 1925, Seite 97; Müttrich, Jahresberichte der Forstlichen Versuchsanstalten Deutschlands 1876—1896; Hellmann, Klimaatlas Deutschlands 1921. Die Verdunstung ist für nachstehende forstlich-meteorologischen Stationen (Oberförstereien bezw. Forstämter) als solche einer freien Wasserfläche außerhalb des Waldes in seiner Nähe angegeben:

	1) Fritzen (Samld)	2) Kurwien (Johannisburger Heide)	3) Eberswalde (Mark)	4) Lintzel (Lüneburger Heide)	5) Schoo (Ostfriesland)	6) Hadersleben (Schleswig)
Seehöhe (m)	30	124	42	95	3	34
tvS [1])	14.5 °C	14.9	15.2	14.4	14.2	13.5
mmv [1])	2.2 mm	2.1	1.8	2.0	2.2	2.2
Vv in mm [1])	1.2 mm	1.3	1.8	1.8	1.7	1.2
Vv in % von mmv	55	62	100	90	77	55
Rf [1])	15	14	12	12	16	16

	7) Marienthal (Braunschweig)	8) Carlsberg (Breslau)	9) Schmiedefeld (Thür. Wald)	10) Friedrichsrode (Obf. Lohra, Eichsfeld)	11) Sonneberg (Harz)	12) Lahnhof (Siegen)
Seehöhe (m)	143	690	680	353	774	602
tvS [1]	14.8	12.4	12.1	14.7	11.1	12.6
mmv [1]	1.9	3.1	3.2	2.0	4.1	2.3
Vv in mm [1]	0.8	1.2	1.3	1.7	0.9	1.2
Vv in % von mmv	42	39	41	85	22	52
Rf [1]	13	25	27	14	37	18

	13) Hollerath Eifel	14) Melkerei (Obf. Barr, Unterelsaß)	15) Hagenau-Ost (Unterelsaß)	16) Neumath (Lothringen)	17) St. Johann (Urach Württemberg)
Seehöhe (m)	612	930	145	340	760
tvS [1]	12.3	11.8	16.3	15.0	13.0
mmv [1]	2.8	2.9	2.3	2.6	3.1
Vv in mm [1]	1.1	1.4	1.5	1.8	1.2
Vv in % von mmv	39	48	65	69	39
Rf [1]	23	25	14	17	24

Anm. [1]) tvS = Durchschnittswärmegrad (°C) in der VZ für die Seehöhe des Standortes; mmv = Niederschlag je Tag der VZ in mm; Vv = Verdunstung in mm je Tag der VZ; Rf = Regenfaktor s. u.

Den Regenfaktor (Rf) berechne ich nach Lang,*) jedoch für die VZ. Bei gleichem Regenfaktor ist „die Dauerfeuchtigkeit, d. h. die der Verdunstung nicht anheimfallende, den Boden benetzende Wassermenge, die für Verwitterung und Humuszersetzung fast allein wirksam ist", (Lang) ungefähr gleich hoch. Bei

Rf = 400/10 = 40; bei 10° C Jahresdurchschnittswärme und 400 mm Jahresniederschlagssumme,

Rf = 800/20 = 40; bei 20° C Jahresdurchschnittswärme und 800 mm Jahresniederschlagssumme.

Lang sieht den Rf = 40 bodenkundlich als Grenze des ariden und humiden Gebietes an. Der Lang'sche Regenfaktor erscheint mir als Verhältnis von Wärme zu Niederschlag als beste Hilfe zur Kennzeichnung der Dauerfeuchtigkeit, also auch für die Beurteilung der Wasserversorgung des Standortes und der Verdunstungsgröße. Meßzahlen für die Größe der Verdunstung im Walde liegen m. W. nur für die obigen Orte der deutschen forstlichen Versuchsstationen vor. Um für die Standorte II. Ekl., wie sie meiner Arbeit „Standort und Holzart I" **) zu Grunde liegen, die Verdunstungsgröße zu bestimmen, erscheint mir der sicherste Weg die Bestimmung des Rf. Die Berechnung für die VZ — hierin abweichend von Lang — ergibt:

$$Rf = mmv : tvS \cdot 100.$$

Die Multiplikation mit 100 geschieht, um nicht mit Dezimalstellen rechnen zu müssen.

Da nach dem Klimaatlas forstliche Standorte II. Ekl. mit 400/10 kaum, mit 800/20 in Deutschland nicht vorkommen, wähle ich zur Feststellung der der Langschen Grenze für das Jahr Rf. = 40, gleichwertigen Zahl für die VZ die Beispiele:

	Jahr	Rf nach Lang	Rf nach Oelkers
Gegend hart südlich Mainz	450/10	45	9
Eberswalde	450/8,4	54	12
Hannover	650/9	72	15
Rastatt	800/10,4	77	15

Ich trage nun die Werte der Meßstation 1—17 für Rf als x, für Vv in % von mmv als y in Abb. 1 auf und ziehe durch die Vv%-Punkte die Ausgleichskurve nach der Asymptotengleichung der Hyperbel $2xy = a^2$. Der mittleren Lage der Kurve entspricht am besten $a^2 = 2040$.

Der Regenfaktor (Rf) der Mittellage der 2. Ertragsklasse unserer Holzarten beträgt:

	tvS	mmv	Rf
Ki (E)	14.5	1.8	12.4
Schwarzerle	14.8	1.9	12.8
Esche	15.4	2.0	12.9
Eiche	14.2	2.1	14.8
Birke	14.3	2.2	15.5
Ki (B)	14.0	2.3	16.4
Lärche	13.5	2.4	17.8
Tanne	13.9	2.5 [1])	18.0
Buche	13.1	2.5	19.1
Fichte	12.8	2.9	22.7

*) Forstliche Standortslehre in Loreys Handbuch 4. Aufl. I. 354 ff

**) Allg. Forst- und Jagdzeitung 1924. 281.

[1]) Mittel nach Forstarchiv 1925. S. 17 f.

Auf Abb. 1 lese ich nun die zu vorstehendem Rf gehörigen mittleren Vv in Prozenten des VZ = Niederschlages ab und erhalte dann als mittlere Verdunstungsgrößen — in Proz. des mmv — für die Mittelstandorte 2. Ertragsklasse von

Ki(E)	SErle	Es	Ei	Bi	Ki(B)	Lä	Ta	Bu	Fi
82	79	78	68	65	63	58	57	54	44%

Diese Zahlen kennzeichnen die Wasserverlustgefahr als Eigenschaft der Mittelstandorte 2. Ertragsklasse. Ramanns Grenze zwischen aridem und humidem Gebiete würde nach obigem in einem Standort, wie Eberswalde, vgl. Station 3, liegen mit mmv = 1,8 und Vv = 1,8 mm. Also wären die Standorte 2. Ekl. unserer sämtlichen Hauptholzarten humid.

Lang's Rf = Berechnung zieht die Grenze beim Regenfaktor 40 seiner, 9 meiner Berechnungsart. Also lägen nach Lang wiederum alle Standorte 2. Ekl. im humiden Gebiete.

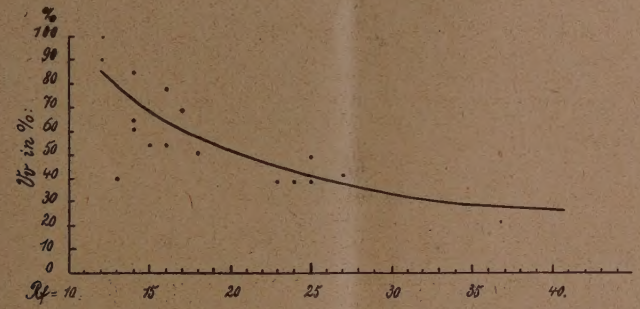

Abb. 1. Regenfaktor und Verdunstungsprozent für die Meßstationen 1—17.

Ohne die theoretisch-bodenkundliche Bedeutung beider Definitionen zu berühren, muß festgestellt werden, daß sie waldbaulich, theoretisch wie praktisch, für Deutschland keine Bedeutung haben.

Für unsere waldbaulichen Belange wird m. E. die Einteilung zweckmäßiger folgend getroffen:

I. Humider Standort: (Kennzeichnung durch Mittelzahlen für Ekl. II.)

kühl; tvS	12.8—13.5 °C
hoher Niederschlag; mmv	2.4—2.9
geringe Verdunstung; Vv %	44—58
hohe Dauerfeuchtigkeit; Rf	22.7—17.8

Holzarten: Fi, Bu, Ta, Lä.

II. Arider Standort:

warm	14.0—15.4
geringer Niederschlag	2.3—1,8
hohe Verdunstung	63—82
kleiner Regenfaktor	16.4—12.4

Holzarten: Ki (E), SErle, Esche, Eiche, Birke, Ki (B).

III. Grenze zwischen aridem u. humidem Standort: tvS = +13,75 °C, mmv = 2,35, Rf = 17,1, Vv = 60%

2. Waldbauliche Bedeutung der Unterscheidung für

a) Wirtschaftsgrundlagen.

Für ariden Standort.

1. Böden in der Regel gröberkörnig, absorptiv gesättigt und nicht bis wenig sauer, nicht zur Verdichtung neigend.

2. I. d. R. keine Trockentorfgefahr, da Bestandesabfallzersetzung rasch. Daher: Schutz für Streu und Reisig nötig rücksichtlich Wasserhaltung, langsamer Kohlensäureentwicklung, Humusanreicherung; enge Beziehung zwischen Wasserhaltung und Ertragsklasse.

3. Schlußerhaltung erforderlich: Durchforstung vorsichtig.

4. Holzartenwahl: Ki (B), SErle, Eiche, Ki (E), Esche.

Für humiden Standort.

1. Bestandesabfallzersetzung langsam und meist unvollkommen. Also Trockentorf- und Bodenversauerungsgefahr i. d. R. vorhanden. Enge Beziehung zwischen Ertragsklasse und Bodenversauerung.

2. Kein Dichtschluß! Durchforstung kräftig!

3. Böden i. d. R. absorptiv ungesättigt und sauer, feinerkörnig, zur Verdichtung neigend. Bodenauswaschungsgefahr groß.

4. Holzartenwahl: Ta, Fi, Bu, Lä.

Bodendichte verschärft den Klimaeinfluß, z. B. humid + Ton, arid + Grob-

sand, oder schwächt ihn ab z. B. humid + Feinsand, arid + Lehm.

b) Die als Ziel der Forstwirtschaft zumeist interessierende Zuwachsgröße der Holzart erscheint in erster Linie bedingt durch ein bestimmtes Verhältnis von Holzart und Standort. Jede Holzart leistet nach Masse, Struktur und Form wertvollsten Zuwachs nur auf einem durch tvS, mmv, Rf und Boden eng begrenzten Standorte. An diesen Standort müssen daher angepaßt sein die waldbaulich wesentlichen Eigenschaften der Holzart in physiologischer, anatomischer und morphologischer Hinsicht. (Vergleiche die vorstehende Anordnungsmöglichkeit der Holzarten nach tvS, usw.). Mithin muß der Unterschied in den wesentlichen waldbaulichen Eigenschaften der Holzart und Rasse anzusehen sein als eine der Holzart typische Reaktion (forstlich: Zuwachs) auf dem Standort (tvS, mmv, Rf, Boden). Also müssen diese Eigenschaften der Holzart auch den Inhalt der Vererbung ausmachen (entsprechend der Auffassung Baur's*)) über Vererbung, als Fähigkeit des Lebewesens, auf Lebensbedingungen in gleicher Weise zu reagieren wie seine Vorfahren.

II. Wasserversorgung des Bestandes.

1. An Niederschlag erhält durchschnittlich je Tag der Vegetationszeit (VZ = 1. V. bis 30. IX. = 153 Tage) der Standort 2. Ertragsklasse**) der Holzarten:

	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)
Maximum	4.0	3.5	2.7	2.5	2.7	2.4	2.8	2.2	2.3	1.9 mm
Minimum	2.9	2.4	2.0	2.1	2.0	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7 mm
Mittel	3.4	2.9	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8 mm
Oder für die ganze VZ in mm:										
Maximum	612	536	413	383	413	367	428	337	352	291 mm
Minimum	444	367	306	321	304	260	260	245	260	260 mm
Mittel	520	444	383	367	352	337	321	306	291	275 mm

Die Niederschlags = „mm" für Monat, Jahr und Tag an beliebigem Orte Deutschlands sind zu entnehmen bezw. berechen aus Hellmann, Klimaatlas von Deutschland 1921. „1 mm Niederschlag" bedeutet: für 1 ha = 10 m³ Wasser. Hinzu tritt der Grundwasseranteil, welcher dem Bestande von außerhalb zufließt, ohne auf seiner Fläche niedergeschlagen zu sein. Vgl. Abschnitt 5.

2. Für den Zuwachs kann nicht ausgenützt werden der Niederschlagsanteil, welcher von Krone und Boden verdunstet, versickert und abfließt. (Quellen!)

a) Für den Verlust des Abflusses stehen mir zwei Angaben zur Verfügung:

1. Nach A. Engler, Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer, Mitteilungen der Schweiz. Zentralanstalt für das Forstl. Versuchswesen 1919. Beobachtungsgebiet: Spergelgraben, 126 ha, 5° 30' östlich von Greenwich und 47° n. Br., 35 km nordöstlich Bern. Im Mittel: 45% (= 24°) Gefälle des Geländes, also „lehn". mmv = 5,2—5,3; tvS = 12,2—12,5° C. Trockentorfneigung. Jahresniederschlag = 806 mm. Bestockt mit 0,45 Ta + 0,37 Bu + 0,18 Fi. Plenterbestand. Beobachtungszeit 1903 bis 1917.

Abflußgröße in der Vegetationszeit: 55%.

2. Edertalsperre, Mitteilungen des Wasserbauamtes I Kassel. Einzugsgebiet: 1430 km², 1908—1924, mmv = 2,3.

Abflußgröße in der VZ: 27 %.

Da beide Gebiete annähernd gleiche Neigungsverhältnisse haben, halte ich — ähnlich Engler, s. o. S. 615 — die Abflußgröße in erster Linie für abhängig von der Niederschlagshöhe. Um Abflußzahlen für die Standorte II. Ekl. unserer Hauptholzarten zu erhalten, trage ich die Abflußziffern von Schweiz und Eder in Abbildung 2 als ihren mittleren Niederschlagshöhen (= x) zugehörige y = Werte ein, ziehe durch ihre Endpunkte eine Gerade und lese auf dieser nun ab als mittlere Abflußgrößen in Proz. von mmv für die mittleren Standorte II. Ekl. mit „lehner" Neigung der Holzarten:

*) Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, Bln 1919.

**) Vergl. Oelkers, Standort und Holzart I. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1924. 281.

Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)
36	32	27	26	24 %

Nach den Ertragstafeln liegen die Mehrzahl der Probeflächen der Standorte I. und II. Ekl. „sanft geneigt" oder „eben", also in mittlerer Neigung: $7^1/_2{}^0$, $2^1/_2{}^0$.

Nimmt man an, daß die Abflußgröße sich mit abnehmender Gelände-Neigung in dem Maße vermindere, als dem Wasser längere Zeit zum Einsickern verbleibt, so müßte die Abflußmenge dem Sinus des doppelten Neigungswinkels entsprechen d. h. betragen:

für:	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)
bei „sanft geneigt":	10	8,5	7,5	7	6,5 %
bei „eben"	3,5	3	3	2,5	2,5 %

Ich rechne nachstehend mit „sanft geneigt", um nicht zu günstige Verhältnisse zu unterstellen. Auf den durchlässigen diluvialen Sand- und Lehmstandorten II.

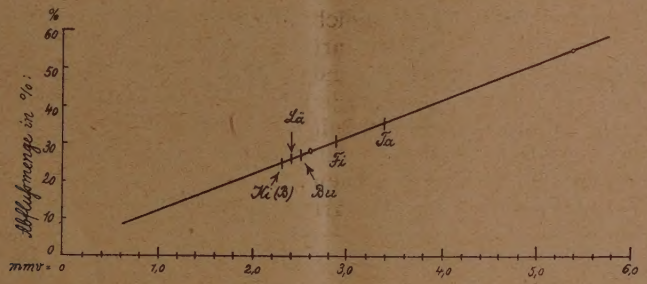

Abb. 2. Niederschlags- und Abflußmenge.

Ekl. der Holzarten Lä, Bi, Ei, Es und Ki (E) möchte ich für die Ebene vorläufig annehmen, daß die Abfluß-, hier Absickergröße ausgeglichen wird durch Grundwasserzufluß. Ebenso für Erle.

b) Nicht zugänglich ist dem Bestande das hygroskopische Bodenwasser. Nach Mitscherlich, Bodenkunde 1923, 118 ff., etwa gleich 1—3% des absoluten Bodentrockengewichts der hier in Frage kommenden Böden. Rechne ich 0,6 m Tiefe der Hauptwurzelschicht, so sind durchschnittlich *2%* hygroskopisches Wasser etwa = *2%* . 10000 m^2 . 0,6 m = 120 m^3 Wasser; also gleich 12 mm Niederschlagshöhe je ha. Das bedeutet je Tag der Vegetationszeit einen täglich möglichen Verlust bzw. Ergänzung von nur 12 : 153 = 0,08 mm.

c) Nach Hoppe, Regenmessung unter Baumkronen, Mitt. a. d. Forstl. Versuchswesen Österreichs, Wien 1896, bleibt in der VZ vom Niederschlage auf dem Kronendache des Bestandes und verdunstet dort in Proz. des Freilandniederschlages

bei einer Regenstärke	bei Ki A 64 [3])	Fi A 61	Bu A 84
bis zu 5 mm [1])	48	71	37 %
15—21 mm [2])	25	31	19 %
im Durchschnitt:	24	41	20 %

Anm.: [1]) = „Schwach", [2]) = „Starkregen", [3]) = „Kiefernbestand im Alter von 64 Jahre".

Andere Autoren (vgl. Lorey, Handbuch der Forstwissenschaft I) geben an als Mittel in %:

bei	Bu	Fi	Ki	Lä
in Preußen	24	22	27	—
„ Bayern	22	27	34	—
„ der Schweiz	10	23	—	15

Engler (s. o. 1919, 567) rechnet für das Jahr 15%, für die VZ = 8%.

Man wird nach Vorstehendem schätzen können für Deutschland — rücksichtlich der Aridität der betr. Standorte und der Kronendichte der Holzarten:

für:	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)
mit:	40	35	22	15	28	29	30	33	33	34 %

d) Der Verdunstungsverlust im Bestande vom Boden aus. „Müttrich, Mitteilungen (s. o.) der forstlich meteorologischen Stationen Deutschlands" ermöglichen die Berechnung. Für 45—140 j. Kiefer: Freiland = Vv = 82% von mmv; Vv im geschlossenen Bestande = 45% der Freilandverdunstung. Nun ist die Verdunstungsmessung angestellt mit freier Wasserfläche. Die Verdunstung steht also nach Ebermayer, Waldstreu 1876, 182 ff. im Verhältnis zu der des streubedeckten Bodens wie 100 : 44% (5 jährige Mittel der VZ). Mithin ist die Verdunstung im

Kiefernbestand: 82% . 45% . 44% = 16%
Für 45—80 j. Buche: 54% . 37% . 44% = 9%
Für 45—70 j. Fichte: 44% . 47% . 44% = 9%

Engler 1919. 567 gibt an für Plenterwald im Jahre 7,3%. Ich schätze entsprechend (s. o.) die Bodenverdunstung ein in % von mmv

für:	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)
zu	10	9	9	10	12	13	13	15	15	16%

e) Das in der Holzmasse des Bestandes und in der Bodenwurzelschicht festgelegte Tränkungs-Wasser, Kapital nehme ich als unveränderliche Größe an, Verluste würden also laufend durch den Niederschlag ergänzt. Das durch die Assimilation in der Holztrockensubstanz chemisch gebundene Wasser beträgt nur 0,2—0,3% der Transpiration, s. S. 152, oben.

3. Es bleiben also zur Verfügung des laufend jährlichen Zuwachses an Niederschlagsrest oder „Dauerfeuchtigkeit" (Lang!) je Tag der VZ:

bei:	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)	
a)	Mittlerer Niederschlag je Tag der VZ =										
	3.4	2.9	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	mm
b)	Verlust (% von a) durch:										
Abfluß:	10	8,5	7,5	7	6,5	—	—	—	—	—	%
Kronenverdunstung:	40	35	22	15	28	29	30	33	33	34	„
Bodenverdunstung:	10	9	9	10	12	13	13	15	15	16	„
	60	52,5	38,5	32	46,5	42	43	48	48	50	%
c)	Es bleiben also von mmv (Mittel)										
	40	47,5	61,5	68	53,5	58	57	52	52	50	%
d. s.	1,4	1,4	1,55	1,65	1,25	1,3	1,2	1,05	1,0	0,9	mm

Da „1 mm" = 10 m³ und 1 m³ = 1000 l = 1000 kg Wasser, so entspricht diesem Niederschlagsrest folgende Wassermenge je ha und Tag der Vz:

14000 14000 15500 16500 12500 13000 12000 10500 10000 9000 kg

4. Ausnutzung des Standortswassers durch die Holzart.

Die Überlegung sei bezogen auf einen Standort, wie ihn Erdmann in „Klassifikation und Taxation der Waldböden", A. Forst- und Jagdztg. 1924, 203, kennzeichnet. Erdmann stützt sich dabei auf Ebermayer, Physiologische Chemie der Pflanzen 1882 und Weber in Lorey 1909, I., welche sagen, daß eine Holzart unter günstigen Bedingungen c. p. durchschnittlich jährlich nahezu gleiche Gewichtsmengen Trockensubstanz liefert. Wählen wir mit Erdmann einen Standort von 7000 kg Gesamterzeugung, rechnen 3000 kg auf die jährliche Erzeugung der Blatt-, Nadelmasse, und 10—20% auf Reisig, so dürften 3500 kg Derbholz zu fordern sein. Diese Derbholzerzeugung entspricht folgenden Festmeterzahlen nach den Ertragstafeln von Schwappach und Eichhorn

für	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)	
dschn. j. Derbholzzuwachs	8,5***)	8.0	5,4	6,5	7,5	(4,6*)	5,2	5,3	7,0	7,1	fm
für die Ertragsklassen:	III.	III.	III/IV.	III.**)	I.	I.	II.	I/II.	II.	I.	

*) Birke reicht mit I. Ekl. nur bis 2500 kg.
**) nach Gehrhardt, Allg. Forst und Jagd Ztg. 1926, 146 auf englischer Grundlage.
***) Als absl. Trockengewicht sind die Zahlen von Mayr—Fabricus, Forstbenutzung 1921, S. 56 für lufttrocknes Holz abzüglich 10 % und die von Schwappach, Raumgewicht usw. 1897/8 benützt.

Damit wäre nun zwar die Forderung gleicher Basis erfüllt. Doch kommt, wie die Durchrechnung zeigte, die Eigenart der Holzart, wie wir sie hier benutzen wollen für die Transpiration, nicht genügend zum Ausdruck. Wenn genügend Probeflächen I. Ertragsklasse vorlägen, wären m. E. diese zu wählen. Denn die typische Reaktion der Holzart auf tvS, mmv usw. mit einer bestimmten Trockensubstanzerzeugung ist so verschieden, daß obige Annahme von Weber u. a. nur verständlich ist, wenn die Kenntnis der Beziehung von Holzart und Standort noch nicht vorlag, die sich ja auch erst nach Mayr entwickelte.

Ich wähle also folgende, II. Ertragsklasse entsprechende, nach oben abgerundete Kg-Zahl für die Derbholzproduktion:

bei	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Esch	SErl	Ki(E)	
	5000	4500	5500	5000	4000	2000	3500	3500	3500	3000	kg
	12,0	10,2	8,5	9,2	8,4	3,7	5,2	5,3	7,0	6,1	fm
Hinzu kommt an Reisig, gerechnet als Durchschnitt des Alters 50—120 Jahre:											
	18	14	20	12	13	10	17	11	14	17	%
	900	600	1100	600	500	200	600	400	500	500	kg

An Stockholz rechnet Weber-Lorey I, S. 81 je ha und Jahr 600 kg Trockensubstanz.

Hinzu tritt die jährliche Erzeugung an Blatt- und Nadelmasse, die ich, gleich dem jährlichen Abfall nach Ebermayer, Waldstreu, 1876, gesetzt, je ha einschätze mit Engler 1919, S. 231, durchschnittlich auf 3000 kg Trockensubstanz für Fichte, Buche, Kiefer. Ich setze ferner mangels anderer Grundlagen Eiche = Buche und nehme für Birke und Schwarzerle an = 0,7 Buche, für Esche = 0,6 Buche an; vgl. IV, 2 und erhalte:

3000 3000 3000 4200 3000 2100 3000 1800 2100 3000 kg.

Als gesamte Trockensubstanzerzeugung ergibt sich nun je ha und Jahr.

9500 8700 10200 10400 8100 4900 7700 6300 6700 7100 kg,

also je ein Tag der Vegetationszeit:

62 57 67 68 53 32 50 41 44 47 kg.

Zur Verdunstung stehen in der VZ täglich zur Verfügung die Niederschlagsmengen der Seite 150. Also verdunsten die Holzarten bei der Erzeugung von 1 g Trockensubstanz an Wasser:

	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)
	226	246	232	243	236	407	240	256	239	192 g
	oder für Ki(E) = 1,0,									
(1) —	1,2	1,3	1,2	1,25	1,25	2,1	1,25	1,35	1,25	1,0

Die Hellriegel'schen Zahlen aus der Landwirtschaft liegen zwischen 273 und 376, im Mittel 330 g. Mehr verdunstet also nur Birke, die anderen Holzarten weniger. Zum Vergleich die Angabe Prof. Dr. Vater's-Tharandt aus dem Berichte der 49. Vers. des Sächs. Forstvereins 1905, 11: die Übertragung der Ergebnisse der Vegetationskulturen führt v. Höhnel selbst hauptsächlich für Buche durch. Es ergab sich für Juni bis November für Buchenstangenholz ein Wasserverbrauch von 68 mm, für 50—60 j. Buchen 233 mm, für 115 j. Altholz 272 mm.

Das Verhältnis von „Leistung" der Holzart = Derbholzzuwachs in fm je ha und Jahr (VZ) — dem Ziel der Wirtschaft — zum „Anspruch" d. h. gleichzeitigem Verbrauche an Wasser kann man „Ausnutzungskoeffizient" für Wasser durch die Holzart auf ihrem typischen Standorte nennen. Es beträgt

für	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E) :
„Leistung".	12,0	10,2	8,5	9,2	8,4	3,7	5,2	5,3	7,0	6,1 fm
	oder für Ki(E) = 1,0 :									
(2) —	1,95	1,7	1,4	1,5	1,4	0,6	0,85	0,85	1,15	1,0

der „Ausnutzungskoeffizient" = Leistung in Proz. des Verbrauchs, Ki (E) = 1,0 gesetzt, vgl. Zeile (1) oben, und zugleich nach der Größe der Wasserausnutzung geordnet:

Ta	Fi	Lä	Bu	Ki(B)	Ki(E)	SErl	Eiche	Esche	Birke
165	131	120	117	112	100	92	68	63	30%

Welcher Anteil des Verdunstungswassers wird nun durch den Bestand festgelegt in der Assimilation? Ich berechne nach der Formel:

6 CO_2 + 6 H_2O = C6H12O6 + 12 O, also entsprechen 6 . (2+16) g Wasser = 6.12+12.1 + 6.16 g Holztrockensubstanz, d.s.

108 g H_2O = 180 g Holz, mithin

0,6 kg = $\frac{108}{180}$ kg Wasser = 1 kg Holz.

Also für die Trockensubstanzerzeugung je Tag der Vegetationszeit (kg) bei

Ta	Fi	Bu	Lä	Ki(B)	Bi	Ei	Es	SErl	Ki(E)
= 62	57	67	68	53	32	50	41	44	47
= 37	34	40	41	32	19	30	25	26	28 kg

Wasser.

Da nun „1 mm Niederschlag“ je ha = 10 m³ Wasser = 10 000 kg Wasser ist, so entspricht das assimilatorisch festgelegte Wasser einer Niederschlagshöhe von 0,0019—0,0047 mm, also für Ta, Fi, Bu, Lä, Ki (B) = 0,26%, für Bi, Ei, Esche, SErle, Ki (E) = 0,22% der Transpirationswassermenge.

5. Grundwasser.

Die waldbauliche Bedeutung des Winterniederschlages, also außerhalb der Vegetationszeit, (1. X. bis 30. IV.) liegt in der Ergänzung des Grundwasserstandes.*) Beachte dazu den Ausgleich der Trockenjahre (1904, 1911) allmählich auf Normalstand in Abb. 3. Am stärksten nachwirkend erscheint der Eichen- usw. Mischbestand, dann folgt Kiefer, dann Buche, dann Freiland mit landwirtschaftlicher Kultur. Für die Bildung des Grundwassers ist erforderlich eine nach unten den Wasserabfluß hindernde Schicht von Lehm, Ton — hier genügt 5 cm — oder Gestein. Der Wurzelschicht ist das Grundwasser erreichbar durch Senkwurzeln, wie bei Ki (E) bekannt, oder durch den kapillaren Wasseraufstieg. Oder

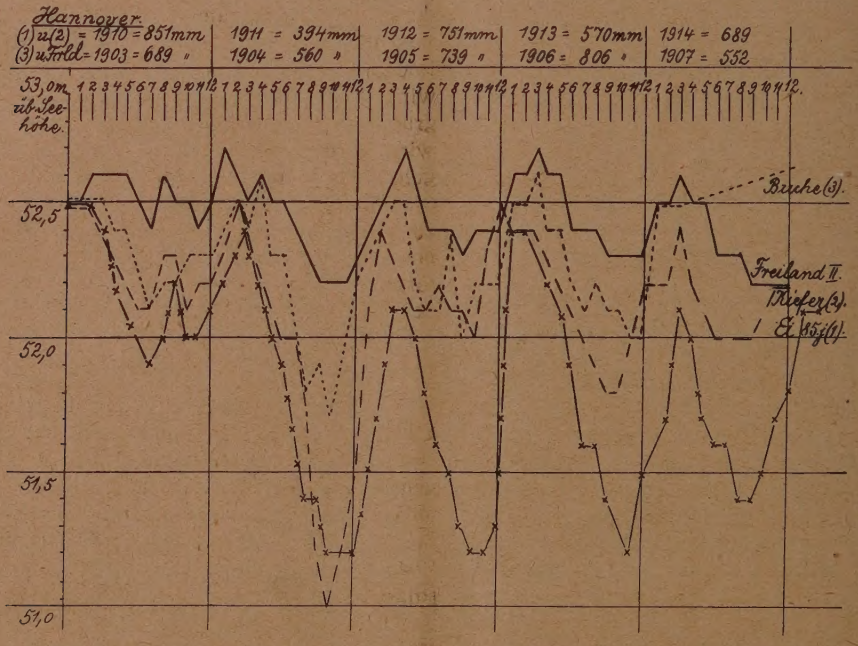

Abb. 3. Grundwasserbewegung in Hannover für Buche, Freiland, Kiefer, Eiche.

durch beides nicht, dann ist nur Wasserdampfversorgung möglich (vgl. Nachlassen der Ertragsklasse bei Hartmann.*)

Die Grundwassersteighöhe beträgt:

bei feinkörnigem Diluvialsand mit
70—90% kleiner als 0,2 mm : etwa 0,5 m,
bei grobkörnigem Diluvialsand mit
40—50% kleiner als 0,2 mm : etwa 0,3 m,

ist bei Moorboden sehr gering, bei Lehm theoretisch hoch, praktisch je nach Wechsel von Niederschlag und Verdunstung etwa 1,5 m.

*) vergl. F. K. Hartmann, Hohenbonität, Bodenflora usw. Z. f. F. u. J. 1926. 242.

Die Beteiligung des Grundwassers an der Verdunstung durch den Bestand möge ein Beispiel aus der Stadtforst Eilenriede bei Hannover erläutern. Die Grundwasserstandshöhenmessung (s. Abb. 3) stammt aus der Meßzeit 1903—1914 der Vorarbeiten für den Bau des Rhein—Weser—Leine-Kanal, ermittelt monatlich mittels verschließbarer Wasserstandsrohre. Boden- und Bestandsbeschreibung für die Meßorte sind: Boden: Humoser Diluvialsand. Oberschicht: 0—20 cm: mittelhumos, zu $^7/_{10}$ feinkörnige als 0,2 mm. Gering mächtige Laub- und Nadeldecke. Trockentorf. Stellenweise verhärtet und

Ortstein. Farbe: gelb bis schokoladenbraun. Stellenweise (Bu) anlehmig.

Bestände:

Gruppe 1: 0,5 Eiche + 0,4 Buche + 0,1 anderes Laubholz + etwas Kiefer; Alter 100 Jahre, Höhe 22 m, Durchmesser in Brusthöhe 40 cm, Ertragsklasse II/III, Mull- und Moderflora. Vollbestandsfaktor 0,8.

Gruppe 2: 1,0 Kiefer. A 60, H 17, D 21, Ekl. II/III, Vf. 0,8. Trockentorfflora.

Gruppe 3: 1,0 Buche. A 100, H 25, D 32, III Ekl. Vf. 0,9. Ohne Flora.

Wasserverbrauch nach Grundwasserstands-Messungen

in der VZ (1903—1914) in mm durch	Gruppe: 1 (Ei-Misch.)	2 (Ki)	3 (Bu)
im Mittel:	720	600	540
Davon abgezogen: im Freien:			
benachbartes Feld:		440	mm
bleibt:	280	220	100 mm
d. s. je Tag der VZ:	1,83	1,44	0,66 mm

Zum Vergleich sei für Standort Ekl. II. die mittlere mmv = Größe angegeben:

bei Bu	Ei	Ki(E)
2,5	2,1	1,8 mm

Die Klimalage der Eilenriede ist gekennzeichnet durch: tvS = 14,9° C, 2,0 mmv, Rf = 13,4. Jahresniederschlag = 560 mm.

Es handelt sich also um ein arides Gebiet, das mit Rf = 13,4 ziemlich genau in der Mitte steht zwischen Esche (12,9) und Eiche (14,8), vgl. o. S. 146, und eine allgemeine Verdunstung = 78—68% von mmv hat. Man kann also nach S. 150 rechnen mit einer Dauerfeuchtigkeit von (52 + 57) . $^1/_2$ = 54,5% des mmv, oder mit 1,09 mm. Die Bestände haben verbraucht in der VZ in

Gruppe	1) Eichen-mischbestand	2) Ki	3) Bu
	1,83	1,44	0,66 mm
Zur Verfügung stand	1,09	1,09	1,09 mm
Die Differenz	—0,74	—0,25	+ 0,43 mm
also	40%	18%	d. Transpiration

muß aus dem Grundwasser stammen.

Die Annahme, daß diese Grundwassermengen nicht aus dem Niederschlage des Eilenriedegebietes stammen, halte ich für berechtigt. Sein Gelände ist nach West und Nord schwach geneigt und wird nach den Kanalvorarbeiten und örtlicher langjähriger Erfahrung aus dem östlich vorgelagerten Warmbüchener Mooren gespeist. Da die Bestände seit langen Jahren als gut gepflegt angesehen werden dürfen, wie ich aus der 40jährigen Bewirtschaftung meines Vaters weiß, schließe ich weiter, daß zur Erreichung der Ekl. II es an Wärme nicht fehlte: vergleiche tvS (Ist) = 14,9° C mit tvS (normal für Eiche) = 14,2° C und Ki (E), normal = 14,5° C. Also bleibt als Grund dafür, daß die Ekl. II nicht erreicht wird, der geringe Niederschlag. Ungenügende Wasserhaltung durch Feinbodenmangel scheint mir nicht vorzuliegen. An Standorten der Eilenriede mit stärkerem Lehmgehalt finden wir Ei II. Ekl. — Daß in Bestandesgruppe 3 für Buche II. Ekl. nicht erreicht wird, trotz genügender Wasserversorgung, dürfte m. E. daran liegen, daß der Standort bei seiner Regenhöhe für Buche zu warm ist, vgl. 14,9° zu 13,1° C (Buche normal), und zugleich an der Vertrockentorfung, Versauerung und Verdichtung des Bodens dieser Buchenbestände.

III. Wasseraufnahme.

1. Wasseraufnehmendes Organ ist die Wurzel und zwar nur die unverkorkten Epidermiszellen der Wurzelspitze und die Wurzelhaare, welche die aufnehmende Wurzeloberfläche vergrößern z. B. bei Zea Mays = 5,5 : 1, Erbse: 12,4 : 1. (Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie 6. A. 1924). Wurzelhaare sind ausgestülpte Epidermiszellen, Haarschläuche, einige mm dick und bis zu mehreren mm lang. Wassermangel und Wachstumshemmung der Wurzelspitze steigert ihre Zahl. (Hesse, Dr.-Arbeit, Jena 1904, u. a.). Ältere Wurzelteile sind verkorkt, also nach außen völlig abgeschlossen. Je reicher die Wurzel verzweigt ist, je größer die Zahl der aufnehmenden Wurzelenden, je dichter sie den Boden durchsetzt, desto günstiger für die Wasseraufnahme. In diesem Sinn liegt die rasche Zunahme der Wurzelmasse in der Jugend. Die Holzarten verwenden ihren Trockensubstanzzuwachs verschieden auf Stamm (St) und Wurzel (W), je nach ihrer Anpassung an leichte oder schwere Wassererlangung aus dem Standorte. St : W ist

bei	Stiel-Ei	Tr-Ei	Bu	Esche	Berg-Ah	Ta	Lä	Fi	Ki *)
=	0,3	0,31	0,6	0,6	0,7	1,2	1,6	3,0	6,7

Auch für spätere Lebensjahre wies Zederbauer das Verhältnis als gleichbleibend nach bei Fichte (C. f. d. g. F. 1920, 336):

	1 j.	2 j.	15 j.	25 j.
St / W =	3,3—4,3	3,0	4,3—5,1	3,4—3,8

Jedoch ist die Huber'sche Feststellung**) zu beachten, daß bei guter Wasserversorgung die absolute Größe des Wurzelsystems im Wasserhaushalt bei krautigen Pflanzen eine überraschend geringe Rolle spiele. Die Anpassung der Kiefer (E) auf Ausnutzung der ariden Standortes kommt gut zum Ausdruck in den nachstehenden Verhältniszahlen der Wurzelausbildung von 1 j. Fi, Ki, Ta in Sand (Nobbe, Bd. Landwirtsch. Versuchsstationen 1875, Tharandter forstl. Jahrbuch 1875):

	Wurzelendenzahl	Gesamtlänge	Oberfläche
Ta	1	1	1
Fi	2	2	1,3
Ki	24	12	2,4

Für Lärche und Fichte fand Schreiber,†) daß Holzart und Rasse ein konstantes Verhältnis von Wurzeleinheit, z. B. = Länge, zu aufnehmender Wurzelendenzahl haben. Diese Feststellung erscheint mir von grundlegender Bedeutung für Wurzelcharakter und Wasserbilanz der Holzart und müßte für alle Holzarten bearbeitet werden.

2. Aufnahmevorgang. Wurzelspitze und -haare wachsen, sich eindrängend, zwischen die Bodenteilchen und pressen sich ihnen an mit ihrer verschleimten Außenwandschicht zu sehr inniger Berührung. Von den Bodenteilchen ausgehende Ernährungs- und Berührungsreize beeinflußt das Wachstum der Haare. Die Zellmembran des Wurzelhaares weicht von der normalen Zellulosewand ab durch ihre leichte Passierbarkeit für Wasser und wässerige Lösungen. Ihr Zellinhalt ist 1. ein Protoplasmakörper, der in dünner Schicht die Innenseite der festen Membran überzieht — nur nahe seiner Spitze findet sich eine Plasmahäufung mit dem Zellkern — und 2. einen großen Saftraum einschließt. Dieser Zellinhalt ist der Sitz der einen Kraft für die Aufnahme des Bodenwassers. — Die andere ist die Transpiration der Blätter. Diese Wurzelzellkraft ist gegeben in der osmotischen Kraft des Wurzelzellinhaltes. Fast jeder stoffliche Austausch zwischen 2 Zellen oder der Zelle und Außenmedium geschieht, mit Ausnahme: z. B. des Sexualvorgangs, durch „Osmose". Beispiel: Ich lege eine Pergamentpapierblase — die Zelle —, nicht prall gefüllt mit 6% iger Salpeterlösung, in reines Wasser. So zieht die eingeschlossene Lösung (Salz) Wasser in die Blase so lange ein, bis ihre Wände prall sind. Bei weiterer Aufsaugung von Wasser tritt ebensoviel Lösung aus, als Wasser in die Blase. Wenn die Wandung der Blase prall ist, übt der Inhalt auf sie den Druck einer 20 cm hohen Quecksilbersäule aus, oder von 20/75 = 0,3 Atmosphären aus. Chemisch indifferentere Substanzen, wie Rohrzucker, werden durch Salze im osmotischen Druck übertroffen; sie üben etwa den zweifachen aus, da das Salz dissoziiert, also die doppelte Zahl der gelösten Moleküle enthält, — Vom Ursprung und Blume, Bericht der Deutsch. Bot.-Gesellschaft 1916, 123 ist festgestellt, daß Kälte, Hitze, starke Besonnung, Bodentrockenheit, Konzentration im Substrat, Wind bei ungenügender Wasserzufuhr, Hemmung der Wasseraufnahme, Steigerung der Transpiration die osmotische Wirkung der Zelle erhöht bei Abnahme der Turgeszens. —

3. Durch die Eigenschaft der Speicherfähigkeit der Wurzelzelle kann z. B. der Buchenkeimling aus so schwacher Methylenblaulösung, daß ihre Blaufärbung kaum erkannt wird, die Keimwurzel blau färben. D. h. die Zelle nimmt fortwährend Farbstoff auf, so auch Salze. Aber löscht ihre osmotische Wirksamkeit in der Zelle durch chemische Verarbeitung aus. Diese Auslöschung ist nicht auf die aufnehmende Wurzelzellen beschränkt, sondern kann auch in angrenzenden oder höher sitzenden geschehen. Damit haben wir den Zusammenhang von Wasseraufnahme und Assimilation!

*) Marstaller, Mitt. d. fo. Vs. Württemberg 1906.
**) Pringsheim, Jahrbücher für wiss. Bot. 1925.
†) Schreiber, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen. Wien 1926.

Huber (s. o.) stellte fest, daß bei normaler Wasserversorgung, die Transpiration in erster Linie von der Assimilation abhänge. Und diese hängt dann wieder in erster Linie von der Wärme (tvS!) des Standortes ab.

4. Osmotisch wirksame Substanzen im Zellstoff sind: Organische Säuren (mit großem osmotischem Vermögen!), ferner Glykosen, Rohrzucker, Asparagin, organische Salze, lösliche Eiweißstoffe u. a.

IV. Wasserleitung und Verdunstung.

1. Anlaß zum Emporsteigen des Wassers, das die Wurzelzelle mittels Osmose aufnahm, ist die Verdunstung des Kronendaches des Bestandes, also der Summe der verdunstenden Blätter, Nadeln je ha. Dafür, daß die Wasserfäden unterwegs nicht abreißen, macht man u. a. die Kohäsion des Wassers verantwortlich. Vom Blatt ausgehend wirkt die osmotische Saugung von Zelle zu Zelle bis zur aufnehmenden Wurzelepidermiszelle. In Atmosphärenanzahl (s. u.) ausgedrückt, am höchsten in den Palisadenzellen — ein Hinweis auf die Bedeutung der Assimilation für die Transpiration. Ursprung und Blume (s. o.) stellten folgende Saugkräfte (Atm) im Blatte fest:

Bei den Stammhöhen:	2,7	8,7	11,1	13,0 m
in den Zellen der obereren Epidermis .	7,5	9,3	9,9	10,5 Atm
in den Palisadenzellen	15	15,6	17,1	17,1 „
i. d. Z. d. Schwammparenchyms	11,1	12,4	14,3	14,3 „
i. d. unteren Epidermis	5,9	8,4	9,3	9,9 „
in den Schließzellen .	9,1	9,9	9,9	10,5 „

Dazu: im Stamm in 2,25 m Höhe: im Holz 4,2 Atm, Rinde (Mitte) 7,3 —, Rinde (Epidermis) = 7,4 Atm
0,35 m „ : „ „ 2,1 „ „ „ 3,4 —, „ „ 3,7 „
In der Wurzel bei 0,18 m Tiefe: „ „ 2,1 „ „ „ 2,4 —, „ „ 3,2 „
in der Wurzelspitze „ „ — „ „ „ 1,6 —, „ „ 1,0 „

Die Kurve für die Atm-Zahlen in den Palisadenzellen: 15—15,6—17 über die Baumhöhe 13 m fortgesetzt, läßt Werte von 18—20 Atm annehmen. Im Einzelfalle sind bis zu 33 Atm in den Palisadenzellen gefunden. Die Saugkraft des Blattes steigt also mit der Baumhöhe. Dazu tritt die Windwirkung erhöhend. Man darf also wohl für die Krone, normal in 25—30 m Höhe für II. Ekl. für die Alter 50 bis 120 Jahre etwa 20 Atmosphären annehmen.

2. Die verdunstende Kronenblattmasse in absoluter Trockensubstanz habe ich nach S. 151 eingeschätzt, auf Grund von Ebermayer, Waldstreu. Die Nadeldauer der Tanne rechnet Engler, Mitt. 1919 (s. o.), S. 231, zu 12, der Fichte zu 8—10 Jahren, für Kiefer gibt Schwarz, Forstliche Botanik, 1892, S. 260: $2^1/_2$—4 Jahre an. Ich nehme ähnlich Engler, s. o. 1919, 231, an, daß bei der Tanne 9, Fichte 5, Ki (B) 4, Ki (E) 3—4 Jahrgänge voll verdunsten. Von Th. Hartig, (Vollstdg. Naturgeschichte usw. Bln., 1851) stammt eine Angabe für eine 60 j. Lärche mit 1,3 fm Stamminhalt für frische Nadeln im Mai von 18 kg Nadelgewicht an Kurztrieben + 5% an Langtrieben = 18,9 kg. Man erhält daraus als absol. Trockengewicht = × 86,3%, das Lufttrockengewicht = × 1,1; × Stammzahl, ich nehme an 255, = 4500 kg. Das würde nach Schiffel, Lärche 1905 etwa einem Stamm von der Höhe 30 m, Durchmesser 34 cm, Masse 1,3 fm und Kronenlänge = 38% entsprechen. Die Berechnungen veranlassen mich, Eiche = Buche zu setzen, und für Birke und Schwarzerle 0,7 Buche, für Esche 0,6 Buche anzunehmen. Das absolute Trockengewicht rechne ich auf Lufttrockengewicht um, durch Multiplikation mit 1,1. Als verdunstete Blattmasse (kg) ergibt sich dann je ha für

Tä	Fi	Bu	Lä	Ki (B)
29700	17000	3300	4600	13200
Bi	Ei	Es	SErl	Ki (E)
2300	3300	2000	2300	11550

Nach v. Höhnel's 3jährigen Versuchen mit 1—3jährigen Pflanzen, verdunsten in der Vegetationszeit 1000 g lufttrockene Blätter der Holzarten:

72	135	749	(545)	140	814
546	856	(750)	94 kg Wasser		

Die Klammergröße für Lärche ist berechnet nach Huber's (s. o.) Verdunstungsversuchen mit Zweigen älteren Pflanzen, bezogen auf 1 cm^2 Blattfläche. Nach ihnen ist das Verdunstungsverhält-

nis Bi : Lä = 192 : 129 = 0,67. Also ergibt sich für Lä = 0,67 × 814 = 545 kg. Die Verdunstung von Ki (B) schätze ich zu 140 kg, die von SErle zu 750 kg ein. Die Verdunstung für die VZ = 153 Tage beträgt dann:

2140	2230	2480	2510	1850	
1875	1800	1710	1725	1090	Tausend kg

Nun entspricht „1 mm Niederschlag" = 10 m³ Wasser je ha = 10 000 kg; die obige Verdunstung in der VZ also einem Niederschlag

für	Ta	Fi	Bu	Lä	Ki (B)	
	214	223	248	251	185	
Bi	Ei	Es	SErl	Ki (E)		
188	180	171	173	109	mm	

d. s. je Tag der Vegetationszeit, also : 153 =

1,4	1,45	1,6	1,65	1,2	1,25	1,22	1,1	1,15	0,7	mm

Der Vergleich mit Seite 13, den zur Verfügung stehenden Niederschlagsmengen:

1,4	1,4	1,55	1,65	1,25	1,3	1,2	1,05	1,0	0,9	mm

zeigt eine gute Übereinstimmung außer Ki (E). Und m. E. nicht allein infolge der getroffenen nötigen Annahmen.

3. Wasserleitung im Stamm. Die Saugkraft der Blattverdunstung hat im Stamm zu überwinden an Widerständen für die Wasseraufwärtsleitung: 1. den Durchfiltrierwiderstand, 2. die Zunahme des Kohäsionszuges mit der Höhe, nach Walter, Wasserhaushalt der Pflanze, 1925, S. 66, auf 10 m Baumhöhe = 1 Atm., also für 25 m Höhe 2,5 Atm., 3. für hydrostatischen Zug je 10 m Höhe 1 Atm. also für 25 m auch wieder 2,5 Atm. Walter (s. o.) berechnet nach Huber's Angaben (1925) den Filtrierwiderstand (I/II) in Atmosphären aus I. Leitfähigeit = Transpirierte Wassermenge (cm³) : Leitfläche (cm²) an 4 j. Zweigen je Stunde; und aus II. Durchfiltriergeschwindigkeit = durchgehende Wassermenge (cm³) bei 1 Atm Druck, durch 1 m Holzlänge, je cm² Querfläche, je Stunde. Es sind

bei	Fi	Bu	Lä	Bi	Stiel-Ei	Schwarz-Ki	
I. Leitfähigkeit:	4,8	23,0	15,3	22,3	23,4	1,9	cm³
II. Durchfiltriergeschwindigkeit .	—	98	22	77	113	20	cm³
III. Filtrierwiderstand I/II (je lfd m)	—	0,23	0,70	0,29	0,21	0,10	Atm
also für 25 m:	—	5,8	17,5	7,3	5,3	2,5	Atm
Rechnet man dazu die Widerstände:							
zu 1) und 2) = mit 2,5 + 2,5 Atm =	5	5	5	5	5		
so ergibt sich:	10,8	22,5	12,3	10,3	7,5		Atm

Will man nun die Atmosphären-Werte der Blatt-Saugkraft mit denen für die Widerstände im Stamm vergleichen, so ist es wohl zweckmäßig die Schwammparenchym-Zahlen zu wählen, weil sie der Verbindung Palisadenzelle-Stamm, dem Blattnerv, am nächsten sitzen. Verlängert man dazu die Zahlenreihe S. 155

für 2,7 m	8,8	11,1	13,0 m	Stammhöhe	
für 11,1	12,4	14,3	14,3	Atm	

über 13 m höher hinaus, so wird man bei einer Höhe von 25 m mit 15—17 Atm rechnen können. Diese reichen zur Überwindung der Widerstände der Wasseraufwärtsbewegung zur Krone aus bei Buche, Birke, Stieleiche, Schwarzkiefer. Aber nicht bei Lärche. Hier könnte also der Wind helfen. Über seine Wirkung habe ich keine eindeutigen Angaben gefunden, trotzdem diese forstlich für die Beurteilung der Trockentorffrage von großer Bedeutung ist und aus ihr erst klar erkannt werden kann. Sein Saugkraft erhöhender Einfluß wird nicht allzu hoch einzuschätzen sein. Denn überschreitet seine Verdunstungs-Anregung eine gewisse Grenze, so wird eine Austrocknung des Blattes eintreten, die nicht so schnell von den angrenzenden, bis zu den Wurzelzellen, ersetzt zu werden scheint. Ich gebe hiermit den Inhalt eines Gespräches mit unseren Herren Botaniker Dr. Jahn und Physiker Dr. Rohmann, mit freundlichem Dank für manche freundliche Beratung, wieder.

V. Folgerungen.

1. Ausgenützt werden in normaler Bestandeswirtschaft $^4/_{10}$ (Ta) — $^7/_{10}$ (Lä) des Niederschlages, im Durchschnitt 55% (s. S. 150), wahrscheinlich weniger, wegen des großen Anteiles der Schwachregen (<5 mm; s. S. 149). Vom Verluste $^6/_{10}$ bis $^3/_{10}$ sind der Einwirkung entzogen: die Verdunstung vom Kronendach, wenigstens in der Hauptmasse. Jede unnötige Kronenvergrößerung muß also als schädlich

vermieden werden. Ferner jeder unnötige Zwischen- und Unterstand, besonders in Fichte und Tanne — vgl. Durchforstungsart! Abfluß und Versickern werden nur bis zu gewissem Grade verhindert werden können. Mittel: Herstellung der Bodenobersichicht so wasseraufnahmereich wie möglich, ohne bodenabschließenden Auflagehumus. Im „lehnen" Bestande ist besondere Obacht auf Ablußbehinderung nötig. Ich schätze, daß nicht mehr wie 5% von mmv gespart werden kann im Bestande II. Ertragsklasse.

2. Im Mittel stehen für den Tag der Vegetationszeit 1,65 bis 0,9 mm (s. S. 150) zur Verfügung. Die Standorte II. Ertragsklasse der verschiedenen Holzarten zeigen nur geringe Schwankungen um das Mittel des humiden Gebietes (Fi, Bu, Ta, Lä) = 1,5 mm, für den feuchteren Teil des ariden Gebietes (Ki (B), Bi, Ei) = 1,25, den trockneren (Esche, Schwarzerle, Ki (E)) = 1,0 mm.

3. Betr. der Ausnutzungsintensität der normal durch den Standort 2. Ekl. gebotenen Restniederschläge lassen sich (vgl. S. 151) drei Gruppen bilden: I. Ta, Fi, Lä, Bu, Ki (B) mit einem Ausnützungskoeffizient von 165—112%, II. Ki (E), Schwarzerle: 100—92% und III. Eiche, Esche, Birke: 68—30%. Der Unterschied rührt her von der Verschiedenheit der durch die Holzart je Gewichtseinheit Trockensubstanzerzeugung verdunsteten Wassermenge (s. S. 151). Würde man zur Berechnung die Zuwachsleistung 1. Ertragsklasse heranziehen, so steigerte sich der Unterschied noch mehr zu Gunsten von Tanne, Buche, Lärche, Fichte. Die Reihe der absoluten Höhe der Transpiration ist: Birke, Esche, Fichte, Lärche, Eiche, Schwarzerle, Ki (B), Buche, Tanne, Ki (E). Bei geringster Inanspruchnahme des Standortswasser leisten also am meisten: Ta, Bu, Ki (B).

4. Chemisch-assimilatorisch festgelegt, also als Wasser ausgelöscht, (vgl. S. 152) wird von Ta, Fi, Bu, Lä, Ki (B) nur = 0,26% der transpirierten Wassermenge, also mehr als durch Bi, Ei, Esche, SErle, Ki (E) = 0,22%.

5. Für die Beurteilung des Grundwasseranteiles an der Versorgung des Bestandes gibt es wenig exakte Unterlagen. Die Bestände der Eilenriede (Ta-, Ei-, Ki (E)-Klima ergeben 18 und 40%. Vgl. S. 153. Bedeutung wird die Grundwasserversorgung nur haben auf Standorten mit sandigem Lehm und lockerer, am günstigsten wahrscheinlich im „Mo", Feinsand mit 0,2—0,02 mm Korngröße (Atterg).

6. Bei der Absicht, die direkte Verdunstung von Wasser aus dem Boden zu mindern, ist zu beachten, daß durch die Unterbaupflanzen sowohl die gesamte Transpiration, als Wasserverdunstung auf der Krone erhöht wird. Die Verdunstung ist im ariden Gebiete (Ei, Esch, Ki) an sich schon hoch.

7. Die Wasseraufnahme ist beschränkt auf nicht verkorkte Wurzelenden. Entscheidend ist das Vorhandensein osmotischer Saugkraft der Wurzelzelle, die leicht aufgehoben zu werden scheint durch Säure im Boden (Trockentorffrage!). Bei der Wasserleitung erscheint die Saugkraft der Blätter ausreichend zum Überwinden der Leitungswiderstände im Stamm, ohne daß außer Lärche hieraus Hinderungen entstehen. Der Wind scheint als Steigerer der Saugkraft nicht ausschlaggebend zu sein. Also liegt die Vermutung nahe, daß z. B. in den vertrockentorften Fichtenbeständen der Oberförsterei Gahrenberg das gruppenweise Absterben — innerhalb eines Jahres meist — älterer Fichten in erster Linie auf Bodenversauerung als primäre Ursache zurückgeführt werden kann.

8. Gerät nun der Vegetationsfaktor Wasser leichter als andere ins Liebig'sche Minimum? Ich möchte das bejahen für den Bestand II. Ertragsklasse, außer Ki (E). Hier scheint ein Spielraum gegeben: 0,9—0,7 = 0,2 mm, vgl. S. 156, der auf Mischbestand und Unterbau geradezu hinweist. Aus den Zahlen der S. 156 habe ich den Eindruck gewonnen, daß die Holzart an „Dauerfeuchtigkeit" oder Niederschlagsrest (s. S. 150) ihre Zuwachsleistung angepaßt hat. Oder sie müßte die Fähigkeit haben, dieselbe Menge Trockensubstanz zu erzeugen bei verschiedener Verdunstungsgröße c. p. Nach den Ergebnissen landwirtschaftlicher Forschung ist das nicht wahrscheinlich. Forstliche Forschungen über diesen Zusammenhang sind mir nicht bekannt. Bleibt also die jährliche Niederschlagshöhe mit ihrem Rest aus irgend einem

Grunde hinter der Normalhöhe zurück, so ist der Zuwachs 2. Ekl. nicht möglich.

In gewissen Grenzen wird alljährlich für die Zuwachsgröße die Wasserdarbietung schwanken um das arithmetische Mittel, mit dem wir forstlich durch die Vielheit der Standortsbedingungen gezwungen sind zu arbeiten. Die Grenzen dieser Schwankung ließe sich wohl ermitteln mit dem Fehlerfortpflanzungsgesetz: $mf = \sqrt{\frac{Sa\ v^2}{n-1}}$ vgl. Oelkers, Z. f. F. u. J., 1914, 470 ff. Bei dauernder Veränderung der Wasserversorgung des Standorts über diese Grenze hinaus nach oben, wie nach unten, kommt es m. E. dann zur Ausbildung einer Rasse, die diesen neuen Standort optimal ausnutzt durch Zuwachs. — Natürlich werden auch die anderen Standortsfaktoren ähnlich wirken z. B. die Wärmeänderung. Auch können mehrere Faktoren sich ändern. Das wird nach Besprechung aller Standortsfaktoren zu erörtern sein. Vorläufig gewinne ich mit Mayr den Eindruck, daß die Wärme über die Holzart, die Wasserversorgung über die Rasse entscheidet in erster Linie. Als Beispiel vergleiche: Ki (E) und Ki (B), Stiel-, Trauben- und Roteiche, Alpen-, Sudeten- und Japanische Lärche.

Wenn die Wärme des Standorts gleich bleibt, so wirkt sich eine geringere Wasserversorgung in Zuwachsminderung ungünstig aus, wie dann auch Rf bezw. die Dauerfeuchtigkeit kleiner wird. Umgekehrt wird bei steigendem Niederschlag Rf größer, d. h. z. B. die Trockentorfgefahr stärker.

Forstliches Schrifttum.

A. Zeitschriftenschau.

II. Naturwissenschaften.

Sinner, H., Prunus serotina, die spätblühende Traubenkirsche als Waldbaum. Mitteilgn. d. Deutsch. Dendrolog. Gesellschaft 1926 II, S. 164. 4 ganzseitige Abb.

Chronologische Zusammenstellung nach Jahrbüchern der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft. Beobachtungen, Anbauversuche und Gutachten. Fordert forstliche Berücksichtigung.

Harrer, Forstlicher Anbau von Exoten. Mitt. d. D. D. G. 1926 II, S. 189. 2 Tafeln über Niederschlagsverteilung in Nordamerika.

Unterscheidet zwei Methoden: 1. Anbauversuch unter verschiedenen Bedingungen: Für die günstigste und damit geeignetste Bedingungen spricht der Erfolg: induktiv. 2. Anbauversuch nach Erforschung heimatlicher Wuchsbedingungen (Klima, Boden, Holzarten- und Pflanzengemeinschaften, waldbauliche Eigenschaften, wie Wuchsgeschwindigkeit, Schattenfestigkeit usw., Zuwachs- und Massenleistung, technische Eigenschaften und Verwendung) ahmt diese in neuer Heimat nach: deduktiv (wissenschaftliche Forschung und praktischer Anbauversuch müssen künftig Hand in Hand gehen), erwähnt Ausmaß und Vertreter beider Methoden, Vorbedingungen für erfolgreichen Anbau, einheitliche Benennung, Beschaffung einwandfreien Saatgutes, Unterscheidung forstlicher Versuche vom Anbau im Park, Gründe für Einführung von Exoten (an verschiedensten Holzarten erläutert) und Zugänglichmachung der Ergebnisse für den Praktiker.

Röhn, Giftwirkung der Eibe auf Wild. Mittgn. d. D. D. G. 1926 II S. 199.

Hinweis auf längst bekannte Untersuchungsergebnisse Ehrenbergs und v. Rombergs.

Taubert, F., Beiträge zur äußeren und inneren Morphologie der Licht- und Schattennadeln bei der Gattung Abies Juss. Mittlgn. d. D. D. G. 1926 II, S. 206. 35 Abbildungen, 5 Tabellen im Text und Literaturverzeichnis.

An der forstlichen Hochschule Tharandt untersucht Verf. den äußeren Bau der Tannennadeln und ihre Stellung am Zweig (der Schatten- und Jungnadeln, der Lichtnadeln, Übergänge, Nadeln der Klebäste, morphologische Verschiedenheiten der Tannenzweige und -nadeln in der bisherigen Literatur), sodann den inneren Bau der Tannennadeln (anatomische Merkmale im allgemeinen, der Jungnadeln, der Nadeln aus dem unteren Kronenteil, der Nadeln aus dem mittleren Kronenteil, der Wipfelnadeln, der Nadeln von Klebeästen, Verwendung der anatomischen Nadelunterschiede zur Bestimung der Arten) ferner Anisophyllie der Tannennadeln und ihr dorsiventraler Bau, Dichte der Benadelung, die Ursachen der Nadelverschiedenheiten und ihre biologische Deutung (nach äußeren Ursachen:

Licht, Transpiration, Schwerkraft, Ernährung. Nach inneren: Topophysis, Zyklophysis, Genotypus). In der Nutzanwendung weist Verfasser auf forstliche Bedeutung der Verpflanzung von Schattenpflanzen ins Licht und umgekehrt hin. Ergebnisse der eingehenden Arbeit sind übersichtlich schließend zusammengefaßt.

v. Berlepsch, Frhr. H., Anpflanzung der Douglasfichte. Mittlgn. d. D. D. G. 1926 II. S. 325.

Tritt für folgende Mischkultur ein: Eine Reihe Fichte und grüne Douglas gemischt, eine Reine reine Fichten. Reihen- wie Pflanzenabstand 1,50 m. Fichten werden in Zwischennutzung herausgehauen. Douglas verbleibt in 3 m Quadrat-Verband. Nicht enger.

Pinksen, Große Eibenbestände, Taxus baccata. Mittlgn. d. D. D. G. 1926 II. Kleine Mitteilungen, S. 333.

Erwähnt Eibenbestände in Heiligenstadt.

Seitz, Die Plattenkiefer und die Schuppenkiefer (Pinus silvestris Kienitzii). Mitt. d. D. D. G. 1926 II. Neue Gehölze S. 348, und

Graf v. Schwerin, Pinus silvestris Seitzii, daselbst, S. 350.

Für die von Seitz unterschiedenen beiden sog. Edelrassen der Pinus silvestris Deutschlands werden die Namen vorgeschlagen: 1. Schuppenkiefer: Pinus silvestris Kienitzii, 2. Plattenkiefer: Pinus silvestris Seitzii, Schwerin. L. v. der Oelsnitz.

Sueßenguth, K., Zur Frage der Vergesellschaftung von Flechten mit Purpurbakterien. Ber. d. D. Botan. Ges. S. 573 bis 578.

Schröder, H., Ein Versuch, die Oberflächenentwicklung eines Baumes (Fagus silvatica) zahlenmäßig zu bewerten. Ebenda, S. 579—583.

Auf Grund einiger Literaturangaben (von Höhnel, Budde u. a.) schätzt Verf. die Blattanzahl einer 115jähr. Buche auf 200 000 und berechnet daraus die gesamte Blattoberfläche auf 1220 cbm, die Anzahl der Spaltöffnungen auf 120 Milliarden, die absorbierende Zellwandfläche der Palisadenzellen auf 10 000 qm und des gesamten Assimilationsgewebes der Blätter auf 15 000 qm, die Chloroplastenoberfläche auf 18 000—20 000 qm.

Koppe, Fr., Die biologischen Moortypen Norddeutschlands. Ebenda, S. 584—588.

Die bisherige Einteilung der Moore in Flachmoor, Zwischenmoor und Hochmoor gibt zu Unklarheiten Veranlassung. Verf. schlägt daher vor, sie nach ihrem Nährstoffgehalt einzuteilen und unterscheidet: 1. eutrophe, 2. mesotrophe und 3. oligotrophe Moore. Zu den eutrophen rechnet er die Flachmoore (Alnus glut., Betula verruc. und pub., Rhamnus Frangula, Cyperaceen, Hypnumarten); zu den mesotrophen Mooren die primär mesotrophen, die durch Versumpfung schwach nährstoffhaltiger Böden entstehen, die sek. mesotrophen, die sich aus eutrophen Mooren entwickeln und die toten Hochmoore, die nach erfolgter Austrocknung sich neu mit mesotropher Flora bedecken (Bodenflora: verschiedene Sphagnum- und Hypnumarten, Ledum, Vaccinium uliginosm, Erica tetralix, Pinus silv.); zu den oligotrophen Mooren gehören primär oligotr. (direkt durch Versumpfung sehr kalk- und nährstoffarmer Böden entstanden), Heidemoore und sek. oligotrophe Moore (= echte Hochmoore, die durch Weiterwachsen mesotropher Moore entstehen); Bodenflora vor allem Sphagnumarten.

Koppe, Fr. u. Kolumbe, E., Über die rezente und subfossile Flora des Sandkatener Moores bei Plön. Ber. d. D. Bot. Ges. 44, 1926, S. 588—598. Erster Beitrag zur Kiefernfrage in Schleswig-Holstein.

Das untersuchte Moor liegt etwa 110 km nördlich der von Dengler angegebenen nördlichen Grenze der natürlichen Verbreitung der Kiefer. Es ließen sich in allen Schichten des Moores Kiefernpollen nachweisen. Da die Verf. die Verwehung der Pollen in größeren Mengen auf derart weite Entfernungen nicht für wahrscheinlich halten (? Ref.), sehen sie die vorhandenen Kiefern als urwüchsig an. Holz- oder Nadelreste konnten nicht gefunden werden.

Stern, K., Die Bedeutung des kapillaren Baus für die Kohäsion des Wassers in den Leitbahnen. Ebenda, S. 470—474.

Fritsch, K., Beobachtungen über die Bestäubung und Geschlechterverteilung bei Corytus avellana L. Ebenda, S. 478 bis 483.

Falck, R., Über korrosive und destruktive Holzzersetzung und ihre biologische Bedeutung. Ebenda, S. 652—665.

Die Arbeit gibt eine Zusammenfassung unserer bisherigen Kenntnisse über den Holzabbau durch Pilze, wobei zwischen der Korrosion, bei der zunächst das Lignin und anschließend die Zellulose abgebaut wird (Trametes Pini, Polyporus annosus), und der Destruktion, bei der nur der Zelluloseanteil ver-

schwindet, (Merulius dom., Lenzites-Arten), zu unterscheiden ist. Neu sind die Untersuchungen über die allmähliche Veränderungen des Fichtenholzes durch Polyporus annosus.

Gradmann, H., Über die Gleichartigkeit der Bewegungen von Keimlingen und Ranken. Ebenda. General-Versammlungsheft S. 29—34.

Rawitscher, F., Über das Windeproblem. (Mit 1 Tafel u. 1 Abb.) Ebenda. General-Versammlungsheft S. 34—43.

Porodko, Th. M., Über die Absterbegeschwindigkeit der erhitzten Samen. (3 Abb.). — Zeitlicher Keimungsverlauf der erhitzten Samen. (8 Abb.). Ber. d. D. Bot. Ges. 1927, S. 4—22.

Stark, P., Über die Zugehörigkeit des Kiefernpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore. (1 Abb.). Ebenda, S. 40—47.

In früheren Arbeiten hatte Verf. nachgewiesen, daß in der Entwicklungsgeschichte der Bodenseemoore sich folgende Phasenverschiebung bemerkbar macht: 1. Birkenperiode, 2. Kiefernperiode, 3. Kiefernhaselperiode, 4. Eichenmischwaldperiode, 5, Erlenbuchentannenperiode und 6. Fichtenperiode. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, auf Grund der Pollengröße den Anteil des silvestris und montana-Typus festzustellen. Die Bergkiefer muß hiernach im Alpenvorland in der Postglacialzeit in größeren Beständen heimisch gewesen sein; später ist sie aus dieser Gegend durch andere Gehölze, insbesondere die Waldkiefer, verdrängt worden.

Boas, Fr., Zur Kenntnis der Eosinwirkung auf das Wachstum der Wurzeln. (3 Abb.) Ebenda, S. 61—64.

In einer früheren Veröffentlichung (cf. Ref. 1926, S. 71) wurde darauf hingewiesen, daß durch Eosinbehandlung die Samen ihren negativen Geotropismus verlieren und daher nach allen Richtungen, also auch in die Luft wachsen können. Es werden nunmehr einfache Vorlesungsversuche hierüber mitgeteilt und an 3 Photographien das eigenartige Verhalten der Wurzeln gezeigt.

Wangerin, W., Über die Anwendung der Bezeichnung „Hochmoore" in der Pflanzengeographie. Bot. Archiv Bd. 15, S. 247 bis 261.

Die Bezeichnung „Hochmoor" ist infolge der Vertiefung unserer Kenntnisse nicht mehr einwandfrei definiert. Nach dem Verf. soll ein Hochmoor gekennzeichnet sein durch die Aufwölbung des zentralen Teiles, durch das Vorherrschen der Sphagnen und die Baumlosigkeit und durch die Zusammensetzung der Pflanzendecke aus einem Mosaik von verschiedenen Assoziationsflecken (hierbei wesentlich der Regenerationskomplex-Folge von Schlenke-Bult-Schlenke).

Wunderlich, W., Wasserbedürfnis verschiedener Kulturpflanzen im Laufe der Vegetationszeit. Ebenda. S. 262—278.

Wartenhorst, A., Ein Beitrag zur Beurteilung verschiedener Untersuchungsmethoden des Bodennährstoffgehaltes. Bot. Archiv, Bd. 17, S. 25—69.

Schlimm, W., Der Einfluß der Bodenlockerung auf die Wasserverdunstung verschiedener Bodenarten. Ebenda, Bd. 17, S. 77—106.

Die Verminderung der Wasserverdunstung steigt bis zu einem gewissen Höchstwert mit der Tiefe der Bodenlockerung. Der Wirkungsgrad verschiedener Lockerungstiefen wird durch Kurven und Formeln zum Ausdruck gebracht. Für Sandböden ergeben sich logarithmische Kurven. Liese.

Niklas, H., und **Goetting, A.,** Beiträge zu Studien über Lößlehme und zur Bodendiagnostik. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 4, 1926, S. 477—482.

Verff. vertreten die Ansicht, daß die chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften des Bodens entscheidend von den geologischen Verhältnissen beeinflußt werden, daß es daher für die Beurteilung eines Bodens nötig sei, seine geologische Herkunft zu kennen. Zur Ermittlung dieser Herkunft benutzen Verff. das von ihnen so genannte „Bodenskelett". Der Boden wird zunächst durch Schlämmung in verschiedene Korngrößen („Staub, Staubsand, Sand") zerlegt. Diese Korngrößenfraktionen werden sodann nach verschiedenen Gesichtspunkten weiter untersucht, u. a. werden mikroskopisch Farben, Struktur (z. B. kantige oder gerundete Körner), Gleichmäßigkeit des Kornes beobachtet. Auch das Gewichtsverhältnis der Fraktionen zueinander erlaubt wichtige Rückschlüsse im Vergleich mit anderen Böden. Außerdem muß, ebenfalls mikroskopisch, die mineralogisch-petrographische Untersuchung der Fraktionen erfolgen, die Bestimmung besonders häufiger Gemengteile an Gesteinsresten und Mineralien, sowie der weniger häufig auftretenden Komponenten. Verff. halten diese Studien für besonders wertvoll an Böden, denen Steine nahezu oder ganz fehlen. Sie besprechen sodann ihre Untersuchung von

bayrischen Lößlehmböden nach der beschriebenen Methode.

Groh, Über Reaktionen der Wurzelsäfte einzelner Pflanzen und die Beeinflussung der Reaktion verschiedener Nährsalze durch die Pflanzen. Ebenda, S. 483—500. 1 Abb.

Von den Ergebnissen der interessanten Arbeit sei erwähnt, daß alle untersuchten Pflanzen die Wasserstoffionenkonzentration in einer schwachen KCl-Lösung verhältnismäßig schnell änderten, teils nach der sauren, teils nach der alkalischen Seite hin. Durch Aufkochen der Lösung wurde ihre H-Ionenkonzentration verringert, was Verf. auf flüchtige Säuren und Umsetzungen von ausgeschiedenen Salzen zurückführen möchte. Im Boden wachsende Pflanzen scheinen die H-Ionenkonzentration in demselben zu erhöhen (ohne daß hierfür Kohlensäure in Betracht kommt). Gramineen produzieren im Jugendstadium anscheinend mehr Säure als Leguminosen. Bei einseitiger Düngung erhöhen die Gramineen schon im Jugendstadium die H-Ionenkonzentration sehr stark, während die Leguminosen im gleichen Jugendstadium auch bei physiologisch saurer Düngung teilweise die Reaktion nach der alkalischen Seite hin verschieben. Verf. stellte ferner fest, daß zwischen Boden und Pflanze ein elektrisches Potential besteht, das nach seiner Ansicht bei der Nährstoffaufnahme eine Rolle spielen dürfte. (Anm. d. Ref.: Es wäre wünschenswert, wenn die interessanten Untersuchungen unter Anwendung empfindlicherer (elektrischer) Meßmethoden erweitert würden. In methodischer Hinsicht ist zu erwähnen, daß die Verwendung der Jenaer Glasfilternutschen als Vegetationsgefäße zur leichten Gewinnung von Bodenlösung zwar sehr praktisch erscheint, daß aber ein Einfluß des gesinterten Glaspulvers, aus dem diese Filter bestehen, auf die Reaktion der Bodenlösung sehr wahrscheinlich ist und durch Kontrollversuche hätte nachgewiesen werden müssen. Daß zwischen Boden und Pflanze ein elektrisches Potential besteht, ist nicht verwunderlich, da Konzentrationsunterschiede in Bezug auf ein beliebiges Ion in zwei durch eine Membrane getrennten Flüssigkeiten stets ein Potential zwischen diesen beiden Lösungen hervorrufen. Daß dies Potential beim Transport der gelösten Nährstoffe in der Pflanze mitwirkt, wie Verf. zu vermuten scheint, ist schon aus dem Grunde sehr unwahrscheinlich, weil unter dem Einfluß des größten vom Verf. beobachteten Potentials die häufigsten Ionen eine Strecke von etwa 1 mm und weniger in der Stunde zurücklegen würden, wie sich leicht berechnen läßt. Diese Wanderungsgeschwindigkeit liegt aber innerhalb der Größenordnung der Diffusionsbewegung der Ionen und sicher unter der Größenordnung der Gechwindigkeit des Saftstromes in den Pflanzen.)

Schröder, D., Unterscheidungsmerkmale der Wurzeln unserer Wiesen- und Weidenpflanzen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1, 1926, S. 41, 24 Abb.

Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten Gräser nach dem anatomischen Bau ihrer Wurzeln.

Gerlach, Untersuchungen über die Menge und Zusammensetzung der Sickerwässer. Ebenda, Heft 5, S. 701, 4 Abb.

Bericht über die von 1906 bis 1918 vom Kaiser Wilhelms-Institut für Landwirtschaft in Bromberg fortlaufend ausgeführten Lysimeter-Versuche. Von den Resultaten interessieren hier folgende: 1. die Menge der Sickerwässer hängt ab von: Niederschlagsmenge, Temperatur, Bodenart, Düngung, Bestellung des Bodens. Ein Zusammenhang zwischen der Menge des Sickerwassers und den Ergebnissen der Schlämmanalyse des Bodens wurde nicht erkannt. 2. Der Gehalt des Sickerwassers an Pflanzennährstoffen schwankt sehr. Phosphorsäure wird anscheinend nicht ausgewaschen, sie war im Sickerwasser nicht nachweisbar. Andere Pflanzennährstoffe werden dem Boden durch Auswaschung in erheblichem Maße entzogen. Je nach der Bodenart wurden ausgewaschen: Kali 15,3 bis 40,6; Kalk 136,8 bis 1430,6; Stickstoff 20,6 bis 274,7 kg je Hektar und Jahr bei ungedüngtem Boden. (Es ist allerdings zu beachten, daß die Auswaschung im Lysimeter stärker ist, als unter natürlichen Verhältnissen.)

Gericke, S., Die Neubauersche Keimpflanzen-Methode zur Erkennung des Nährstoffbedarfs des Bodens. Ebenda, S. 735.

„Eine Übersicht über die bisherigen Arbeiten und die gewonnenen Erfahrungen mit der Neubauer-Methode 1923 bis Juni 1926", mit ausführlichem Literaturverzeichnis. Verf. kommt zu dem Schluß, daß die Neubauer-Methode brauchbar ist, wenigstens qualitativ über den Nährstoffzustand eines Bodens Aufschluß zu geben, daß aber die einfachere und schnellere Zitrat-Methode dasselbe leistet.

Freckmann, Versuche über den Wasserbedarf verschiedener Gräser. Landw. Jahrb., Ergänzgs.-Bd. I, 1926, S. 51.

Aus dem Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Meliorationswesen und Moorkultur zu Landsberg-W. Die Gräser haben einen sehr verschiedenen, aber alle einen recht erheblichen Wasserverbrauch, bis zu 500 kg je kg Grasernte.

Günther, E., und **Seidel, K.,** Düngungsversuche nach Mitscherlich an Schimmelpilzen und Sproßpilzen. Landw. Jahrb., 1, 1927, S. 109.

Verff. finden, daß nach ihren zahlreichen Versuchen das Mitscherlichsche Gesetz von der Konstanz der Wirkungsfaktoren nicht gilt, wenigstens nicht für Hefen und Pilze. Sie warnen daher vor der von Mitscherlich geübten mathematischen Auswertung von Vegetationsversuchen, die ihrer Meinung nach zu weit getrieben wird. M. Köhn.

V. Forstwirtschaft.

Heske, F., Die Reichstaxation der Wälder Finnlands. Allg. Forst- u. Jagd.-Ztg. 1926, S. 437.

Die Reichstaxation der Wälder Finnlands wurde mit Hilfe der „Linientaxationsmethode" unter Leitung von Ilvessalo in mehrjähriger Arbeit durchgeführt. Die Linien wurden in einer Entfernung von 25 km von SW. nach NO. über ganz Finnland gelegt. Für jede Geländefigur stellte man Waldtyp, Alter, Schlußgrad, Masse, Zuwachs usw. fest. Größe der Probeflächen: 10 × 15 m (normal) und 10 × 100 m (für Sägeholzauszählung); Häufigkeit: je 2 km eine Probefläche; Anzahl: 4810; Gesamtlänge der Linien: 14 976 km durchschnittlich laufender Jahreszuwachs je ha: 2,66 fm im Süden; 0,78 fm im Norden; 1,77 fm für das ganze Land. Gesamtwaldfläche: 25 263 500 ha. Ferner finden sich Angaben in Tabellenform über: den biologischen und physiologischen Charakter der Waldtypen, die Zusammensetzung der einzelnen Waldtypen nach Holzarten; Altersklassenverhältnisse; die Masse je ha in den verschiedenen Alterstypen; Besitzverhältnisse. (Vgl. auch Forstarchiv, 1925, S. 15). E. Mahler.

S., Harzherstellung in Amerika durch Extraktion von Baumstrünken. Silva Nr. 43, 1926.

Nach einem Bericht in der finnischen Zeitschrift „Teknikern".

Gönner, Aus der Praxis in der Naturverjüngung. Silva Nr. 43, 1926.

In einem 90jährig. Buchenholz blieb die Verjüngung auf 2 durch nichts vom anderen Bestand unterschiedenen Versuchsflächen aus. Grund: Hier hatte keine Fäll-, Rück- und Abfuhrtätigkeit stattgefunden.

Schädelin, W., Bestandeserziehung. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1926, Nr. 1—2.

Zum ersten Male erhält man eine Systematik aller erzieherischen Eingriffe des Wirtschafters in einen Bestand. Alle waldbaulichen Aufgaben faßt Sch. unter seinem Begriff „Bestandeserziehung" zusammen. Deren hauptsächliche, je sich vorbereitende und bedingende Stufen sind: Jungwuchspflege, Säuberungen, Erziehungsdurchforstungen, Lichtungshiebe. Fast alle waldbaulichen Probleme werden gestreift, ja beleuchtet. Manch neuer Gesichtspunkt überrascht. So nennt Sch. eine bürstendicke Naturverjüngung eine Kalamität. Oder man höre: „Das Sortiment geht den Wirtschaftler sehr viel an, sobald der Baum am Boden liegt; im Augenblick der Anzeichnung geht es ihn gar nichts an, sondern ihn gehen an einzig und allein die Elitebäume". Besonderes Gewicht wird auf die Veredlungsauslese und auf die „Erziehungsdurchforstungen" gelegt, die methodisch der Hochdurchforstung nahestehen. Sch. bezeichnet als Funktion der Säuberungen Auslese und Hieb des schlechten und unerwünschten Materials, als Funktion der Erziehungsdurchforstung dagegen die Auslese und Begünstigung des besten Haupt- und eventuell Nebenbestandsmaterials, durch Hieb je dessen schärfster Konkurrenz. Wenn auch des Verf. Ausführungen von gemischten, annähernd gleichalterigen Beständen der schweizerischen Hauptholzarten ausgehen, verdienen sie doch ernste Beachtung auch jedes nichtschweizerischen Forstmannes.*)

K. A. Meyer.

*) Durch ein Versehen wurde dieses Referat in Heft 8, S. 140, fortgelassen, wo es vor dem Referat über **Ammon** einzuschalten ist.

B. Bücherschau.

Graebner, P., Die Heide Norddeutschlands und die sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. Eine Schilderung ihrer Vegetationsverhältnisse, ihrer Existenzbedingungen und ihrer Beziehungen zu den übrigen Formationen, besonders zu Wald und Moor. 2. Aufl. unter Mitwirkung v. O. v. Bentheim †, F. Erdmann u. F. Graebner. Die Vegetation der Erde, Band V., 8°, 277 S., 78 Abb., 1 Karte. Leipzig, 1925, Wilhelm Engelmann.

Ein Vierteljahrhundert ist seit dem Erscheinen der Erstauflage verstrichen. Das Buch ist in der Zwischenzeit bekannt geworden und hat

sich, wenn auch nicht unwidersprochen, zahlreiche Freunde und den Ruf eines Standardwerks über die Heide erworben. Ich habe vor mehreren Jahren die Nachricht von der bevorstehenden Neuauflage lebhaft begrüßt und gehe wohl nicht fehl in der Annahme, daß diese von weiteren Kreisen dringend erwartet wurde. Trotz ihres reichen, mit Hingabe und Fleiß gesammelten Inhalts, genügt die Erstauflage auch den heutigen Ansprüchen nicht mehr. Sie steht bei dem außerordentlichen Aufschwung, den die Pflanzengeographie mit ihren verwandten Wissenschaften in den letzten Jahren genommen hat, mit neueren Erfahrungen und Ansichten nicht mehr im Einklang und enthält vor allem zahlreiche Angaben, welche, zum großen Teil bereits bei dem Erscheinen angefochten, heute keinesfalls mehr aufrecht zu erhalten sind. Leider hat sich der Verfasser zu der dringend notwendigen eingehenden Neubearbeitung nicht entschließen können und bietet in der Neuauflage einen im wesentlichen unveränderten Abdruck der früheren. Das macht es zunächst unnötig, auf den Inhalt näher einzugehen. Auch kann die Kritik auf diejenigen Punkte verzichten, welche in den zahlreichen Besprechungen der Erstauflage (z. B. Möller, Z. f. F. u. Jw. 1902) und den Gegenschriften Erdmanns (insbesondere in „Die nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung") vorweggenommen sind, dessen Standpunkt ich voll und ganz übernommen habe. Die Besprechung kann sich darauf beschränken, in einigen Beispielen das hervorzuheben, was am Wichtigsten erscheint. Zunächst sei, um die grundsätzliche Einstellung Graebners und damit die Tendenz seines Buches zu kennzeichnen, auf die Bedeutung des Laubabfalls eingegangen. Nach Graebner hat die Streu auf die Ernährung der Bäume keinen Einfluß, da die Mineralstoffzufuhr durch den Laubabfall unwesentlich sei (S. 66). Diese widerlegbare Ansicht zeugt von einem ganz einseitigen Standpunkt, der früher, als im Entwicklungsgang unserer Wissenschaft begründet, verständlich war, heute aber durchaus unzulässig erscheinen muß. Zahlreiche Veröffentlichungen, nicht nur der letzten Jahre, berechtigen uns zu der Annahme, daß nicht ein einzelner Faktor oder ein bestimmter Faktorenkomplex allgemein die Wachstumsleistung bestimmt, sondern daß die gesamte Umwelt in einer Resultierenden wachstumsfördernd oder wachstumshemmend in die Erscheinung tritt. Die physikalischen z. B. oder die biologischen Bodeneigenschaften sind allgemein den chemischen gleichwertig. Darüber hinaus ist uns der Boden, ständig bewegt und in mannigfacher Hinsicht verändert, zu etwas gleichsam Lebendem geworden. Für Graebner ist er tot, ökologisch hauptsächlich durch seinen Mineralstoffgehalt wirksam, biologisch, man beurteile den Buchtitel hiernach, nur Pflanzenstandort in mechanischer Auffassung und Aufenthaltsort der Regenwürmer. In dieser Einstellung, die den Charakter des ganzen Buches bestimmt, liegt dessen Hauptfehler. Sie hat den Verfasser befangen gemacht, ihn zahlreiche Widersprüche übersehen lassen und ihn gehindert, zu neueren Erkenntnissen zu gelangen und sich neue Anschauungen zu eigen zu machen. So geht er auch an neueren Forschungen nahezu vollständig vorbei. In dem ausführlichen Verzeichnis ist zwar neuere Literatur, wenn auch sparsam enthalten, in den Inhalt dagegen so gut wie nicht hineingearbeitet. Hierfür ein weiteres Beispiel, die Behandlung der Bodensäurefrage, charakteristisch besonders deshalb, weil über kein anderes Gebiet in den letzten Jahren so viel geschrieben wurde, wie über dieses. Graebner führt dasselbe aus, wie vor 25 Jahren. Es sei zwar zugegeben, daß der Säuregrad häufig überschätzt worden ist und daß er auch bezüglich der Heide als ein Faktor unter vielen keine besondere Bedeutung beansprucht, dies rechtfertigt jedoch die veraltete Darstellung nicht. Es kann gefordert werden, daß er in moderner Auffassung in den Kreis der Betrachtungen einbezogen wird, wie dies in nahezu allen Forschungsgebieten biologischer Richtung heute geschieht. Andererseits finden sich Ansichten von hohem Wert, was ich gern hervorhebe. Erwähnenswert scheinen mir heute, wo ständig neue Bodenbearbeitungsgeräte angepriesen werden und intensive Bodenbearbeitung vielerorts als forstliches Allheilmittel gilt, die folgenden Worte: „Die in manchen forstlichen Kreisen herrschende Vorstellung, daß durch die mechanische Bodenbearbeitung vor der Bepflanzung eine „Gare" zu erzielen sei, ist völlig irrtümlich". Hier berührt sich Graebner mit seinem langjährigen Gegner Erdmann, mit dem er im Übrigen, trotz der warmen Worte für ihn im Vorwort, leider wenig übereinstimmt. Das scheint mir auch der Punkt, von dem aus sich eine Annäherung der durch die beiden Namen gekennzeichneten Richtungen angebahnt zu haben scheint. Sie kommt, zunächst nur äußerlich, dadurch zum Ausdruck, daß Erdmann mit einem Nachtrag zu den wörtlich beibehaltenen Ausführun-

gen v. Bentheims über die Aufforstung der Heide betraut wurde. Dies ist dankbar anzuerkennen. Die weitgehend verschiedenen Auffassungen werden den Leser zu einem Vergleich anregen, ihn zu weiterem Eindringen in den schwierigen Stoff veranlassen und die Gefahr einseitiger Beeinflussung mindern. Ergänzend sei das Urteil dahingehend zusammengefaßt, daß die Neuauflage als Abdruck der Erstauflage deren vielbesprochenene Vor- und Nachteile aufweist, im übrigen jedoch, von dem Nachtrag Erdmanns abgesehen, insofern einen Rückschritt darstellt, als sie den an ein modernes Werk zu stellenden Anforderungen nicht entspricht. Als Grundlagensammlung wird sie trotzdem demjenigen von größtem Nutzen sein, der sich in Hinsicht auf Pflanzengeographie oder Bodenkultur mit der Heide beschäftigen muß. Der gedankliche Inhalt gibt häufig zu lebhaften Bedenken Anlaß.

J. Bungert.

Puchner, H., Bodenkunde für Landwirte unter Berücksichtigung der Benutzung des Bodens als Pflanzenstandort, Baugrund und technisches Material. II. Aufl. 212 Textabb., 5 Taf., 683 S. Stuttgart 1926, Ferd. Enke, geh. 16,50 RM., geb. 19 RM.

Daß nach Ramanns Tod und dem Vergriffensein seines klassischen Werkes das Bedürfnis nach einem neuzeitlichen Lehrbuche der Bodenkunde stark hervortreten mußte, beweist die Tatsache, daß das vorliegende umfangreiche und kostspielige Werk Puchners bereits nach drei Jahren in neuer Auflage erscheinen kann. Umfang und Inhalt sind unverändert geblieben, erfreulicherweise aber konnte der Preis nicht unwesentlich herabgesetzt werden (früher geh. 23 RM.). Das Werk umfaßt die Gebiete der allgemeinen und angewandten Bodenkunde und steht in beiden durchaus auf der Höhe der Zeit. Der Verf. vermeidet in glücklicher Weise die vielfach zu knappe und lapidare Darstellungsart Ramanns, die dessen Werk dem Laien so schwer verständlich erscheinen ließ. Da die Forschertätigkeit Puchners sich insbesondere auf das Gebiet der Bodenphysik erstreckt, so nimmt die Erörterung der physikalischen Vorgänge und Eigenschaften des Bodens einen besonders breiten Raum ein, was im übrigen auch durchaus der stets wachsenden Erkenntnis von der hohen Bedeutung dieses Kapitels der Bodenkunde entspricht. Die Hauptabschnitte des Werkes sind: „Die Bodenbildung, Gemengteile des Bodens und deren besonderes Verhalten; Beweglichkeit und Veränderung der Bodengemengteile; Verhalten des Gesamtbodens; Einteilung und Untersuchung der Böden; Ausnützung des Bodens". Schon hieraus mag entnommen werden, daß der Verf. bestrebt war, dem Leser einen Einblick in das Gesamtgebiet unseres derzeitigen Wissens vom Boden zu geben, so daß das Studium des Werkes sowohl dem Forscher und Studierenden als auch dem Praktiker von Nutzen sein wird, unter letzteren auch dem Forstwirt, wenngleich Puchner seinem Buche den Titel „Bodenkunde für Landwirte" gab. Die ungewöhnlich große Zahl meist vorzüglicher Abbildungen, mit denen das Werk ausgestattet ist, verdient besonders hervorgehoben zu werden.

Albert.

Tretjakov, N. W., „Das Einheitsgesetz im Bestandesaufbau". Leningrad 1927. Verl. „Nowaja Derewnja". 114 S., geh. 1,30 Rubel.

Nach Übersicht der geschichtlichen Entwickelung des Studiums der Gesetzmäßigkeiten im Bestandesaufbau analysiert Verf. eingehend die diesbezügl. Arbeiten Schiffels, welche nach Ansicht des Verf. sowohl in der Fachliteratur als auch von Lehrstühlen aus keine ihrer Bedeutung nach entsprechende Beachtung gefunden haben. Seine Auslegungen der Kurven Schiffels erlauben es ihm, aus den Strukturgesetzmäßigkeiten der Bestände ein als System zu betrachtendes Einheitsgesetz herzuleiten. Es hat seinen Ursprung in den graduellen Ungleichmäßigkeiten der Machtintensität der die Gemeinschaft bildenden Individuen und zeugt von den sich ständig verwirklichenden Ausgleichungen im System, von der im Leben des komplizierten Organismus herrschenden Harmonie. Nach Ansicht des Verf. ist die Forsttaxation berufen, die Rolle der Bestandesmorphologie zu übernehmen. Die Taxationselemente registrieren die Einwirkungen innerer und äußerer Faktoren auf die Bestände und erscheinen zugleich als Kennzeichen naturgeschichtlicher Klassifizierung der Letzteren. Verf. bestreitet die Anwendungsmöglichkeit der allgemeinen Ertragstafeln und spricht sich für lokale Erfahrungstafeln aus, wo Bonitäten in den Schranken eines Waldtyps unterschieden werden können.

Buchholz.

Schriftleiter: Oberförster Prof. Dr. H. H. Hilf-Eberswalde; verantwortl. für Forstliches Schrifttum: Forstassessor Dr. R. B. Hilf-Eberswalde; für den Anzeigenteil: R. Münchmeyer-Hannover. Verlag und Eigentum von M. & H. Schaper-Hannover; Druck von W. Jürgens-Hannover.